

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **02108834 A**

(43) Date of publication of application: **20.04.90**

(51) Int. Cl

**F02D 45/00**  
**F02D 41/04**  
**F02D 41/10**  
**F02D 41/12**  
**F02D 41/34**

(21) Application number: **63261494**

(22) Date of filing: **19.10.88**

(71) Applicant: **HITACHI LTD**

(72) Inventor: **TAKAHASHI NOBUSUKE**  
**SEKOZAWA TERUJI**  
**SHIOTANI MAKOTO**  
**FUNABASHI SEIJU**

(54) **PREDICTING METHOD FOR FUTURE VALUE OF INSTRUMENTATION DATA AND ENGINE FUEL INJECTION CONTROL METHOD**

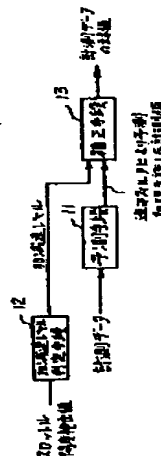
condition such as quantity of sucked air, thus providing fuel control according to the predicted value.

COPYRIGHT: (C)1990,JPO&Japio

(57) Abstract:

PURPOSE: To control air/fuel ratio with high accuracy by predicting future values from the relative data of the measurements to the present to control the fuel injection of an engine.

CONSTITUTION: An acceleration/deceleration level judging means 12 which judges the acceleration/deceleration level indicating the magnitude of acceleration/ deceleration of a vehicle from the displacement of a throttle opening degree within a given time and a predicting means 11 which predicts and outputs future values by a digital advance filter from the instrumentation data up to the present are provided. In addition, a correcting means 13 which calculates measuring quantity insufficient or excessive only through predicting operation by the predicting means according to the acceleration/deceleration level judged and adds the output of the predicting means 11 to the calculated value to calculate the future values of the instrumentation data is also provided. Such a predicting device is applied for prediction of the future values from the detected values in the engine operating



## ⑫ 公開特許公報(A)

平2-108834

⑤Int. Cl.<sup>5</sup>F 02 D 45/00  
41/04  
41/10

識別記号

3 7 0 Z  
3 3 0 B  
3 3 0 Z

庁内整理番号

8109-3G  
7825-3G  
8612-3G※

④公開 平成2年(1990)4月20日

審査請求 未請求 請求項の数 16 (全10頁)

⑥発明の名称 計測データの未来値予測方法、並びにエンジンの燃料噴射制御方法

⑪特 願 昭63-261494

⑫出 願 昭63(1988)10月19日

⑬発 明 者 高 橋 信 補 神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株式会社日立製作所システム開発研究所内

⑭発 明 者 瀬 古 沢 照 治 神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株式会社日立製作所システム開発研究所内

⑮発 明 者 塩 谷 真 神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株式会社日立製作所システム開発研究所内

⑯発 明 者 船 橋 誠 壽 神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株式会社日立製作所システム開発研究所内

⑰出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑱代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

最終頁に続く

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

計測データの未来値予測方法、並びにエンジンの燃料噴射制御方法

## 2. 特許請求の範囲

1. 制御対象物の所定時間内における変位からその制御対象物の制御レベルを判定する判定手段と、

現時点までの計測データからデジタル進みフィルタによりその未来値を予測出力する予測手段と、前記制御レベルに応じて、前記予測手段による予測処理だけでは不足、あるいは、過剰となる計測量を算出し、この算出値に前記予測手段の出力を加算し、計測データの真の未来値を算出する補正手段と、

を設けたことを特徴とする計測データの未来値予測方法。

2. 請求項1記載の予測手段は、計測データの単位時間当りの増分が所定時間範囲内で保存され

るとして現時点までの計測データから、その未

来値を算出するものであることを特徴とする計測データの未来値予測方法。

3. 請求項1記載の予測手段は、前記増分の単位時間当りの増分が所定時間範囲内で保存されるとして現時点までの計測データから、その未来値を算出するものであることを特徴とする計測データの未来値予測方法。

4. 請求項1記載の予測手段は、計測データの時間によるm階微分値(m=1, 2, 3...)が所定時間範囲内で保存されるとして現時点までの計測データから、その未来値を算出するものであることを特徴とする計測データの未来値予測方法。

5. 請求項1記載の予測手段は、未来までの時間を数分割し、各分割時間領域で計測データの時間による数階微分値が存在されるとして現時点までの計測データから、その未来値を予測するものであることを特徴とする計測データの未来値予測方法。

6. 請求項1記載の予測手段は、現時点までの計

測データを  $S(i)$  ( $i = 1, 2, k$ )、データのサンプリング周期を  $\Delta t$ 、とする時、時刻  $k$  における時間  $T$  だけ先の未来値  $S(k)$  を次式により算出するものであることを特徴とする計測データの未来値予測方法。

$$\hat{S}(k) = S(k) + \frac{T}{\Delta t} \{ S(k) - S(k-j) \}$$

( $j = 1, 2, 3 \dots$ )

あるいは、

$$S(k) = 3 \cdot S(k) - 3 \cdot S(k-l) + S(k-2l)$$

( $l$  は  $\frac{T}{\Delta t}$  の整数部)

あるいは、

$$\hat{S}(k) = \left( \frac{T^2}{m(m+n)\Delta t^2} + \frac{(2m+n)T}{m(m+n)\Delta t} + 1 \right) \cdot S(k) \\ - \left( \frac{T^2}{m \cdot n \cdot \Delta t^2} + \frac{(m+n) \cdot T}{m \cdot n \cdot \Delta t} \right) \cdot S(k-m) \\ + \left( \frac{T^2}{n(m+n) \cdot \Delta t^2} + \frac{m \cdot T}{n(m+n)\Delta t} \right) \cdot S(k-m-n)$$

( $m=1, 2, 3 \dots, n=1, 2, 3 \dots$ )

加減速レベルと加減速を開始してからの経過時間を軸の変数にもつマップを有し、該マップの検索値に計測データを進めようとする時間を乗じて前記予測手段による予測処理では不足過剰となる計測量を算出することを特徴とする計測データの未来値予測方法。

11. 請求項1記載の計測データの未来値予測方法を、エンジンの吸入空気量の直接、又は、間接的検出値の未来値予測に適用し、該所定時刻先の予測値に基づいて燃料の制御を行うことを特徴とするエンジンの燃料噴射制御方法。
12. 請求項11記載のエンジンの燃料噴射制御方法において、上記計測データの未来値予測方法を、スピードデンシティ方式のエンジンの吸気管内圧、回転数、検出値の未来値予測に適用し、該所定時刻先の予測値に基づいて燃料の制御を行うことを特徴とするエンジンの燃料噴射制御方法。
13. 請求項11記載のエンジンの燃料噴射制御方法において、上記計測データの未来値予測方法を、スロットルスピード方式のエンジンのスロットル開度回転数、検出値の未来値予測に適用し、該所定時刻先の予測値に基づいて燃料の制御を行うことを特徴とするエンジンの燃料噴射制御方法。

あるいは、

$$\hat{S}(k) = S(k) + \frac{T}{\Delta t} (2 \cdot S(k) - 3 \cdot S(k-1) + S(k-2))$$

7. 請求項1記載の予測手段は、請求項2から請求項6記載の予測方法の少なくとも2つ以上の予測方法による予測値の加重平均から計測データの未来値を算出するものであることを特徴とする計測データの未来値予測方法。
8. 請求項1記載の予測手段に、計測データが変化しているか否かを判定する機能を設け、計測データが変化している時のみ予測処理を行い、そうでない時は予測処理を行わず計測データをそのまま出力するようにしたことを特徴とする計測データの未来値予測方法。
9. 請求項1記載の予測手段に、ローパスフィルタを設け、予測値に該フィルタをかけ予測値の高周波成分を除去したフィルタ出力を計測データの未来値として予測手段の出力とすることを特徴とする計測データの未来値予測方法。
10. 請求項1記載の補正手段は、少なくとも前記

を、スロットルスピード方式のエンジンのスロットル開度回転数、検出値の未来値予測に適用し、該所定時刻先の予測値に基づいて燃料の制御を行うことを特徴とするエンジンの燃料噴射制御方法。

14. 請求項11記載のエンジンの燃料噴射制御方法において、上記計測データの未来値予測方法を、エンジンの基本噴射パルス幅の未来値予測に適用し、該所定時刻先の予測値に基づいて燃料の制御を行うことを特徴とする計測データの未来値予測方法。
15. 請求項11記載のエンジンの燃料噴射制御方法において、請求項9記載の計測データの未来値予測方法をエンジンの吸入空気量検出値の未来値予測に適用し、該所定時刻先の予測値に基づいて同期噴射の燃料噴射パルス幅を計算し、前記加減速レベルに応じて第9項記載の計測データの未来値予測方法による予測では不足する空気量を算出し、該算出値に基づいて非同期噴射のパルス幅を計算し燃料の制御を行うことを

特徴とするエンジンの燃料噴射制御方法。

16. 請求項 11 記載のエンジンの燃料噴射制御方法において、燃料噴射時期を上死点  $\theta_1$  クランク角度前、吸気行程を上死点  $\theta_2$  クランク角度前から上死点  $\theta_3$  クランク角度後まで、エンジン回転数を  $N$  (rpm) とする時、前記所定時刻  $T_s$  (sec) を  $\left( \frac{\theta_1 - \theta_2}{6N} \leq T_s \leq \frac{\theta_1 + \theta_3}{6N} \right)$  の範囲とすることを特徴とするエンジンの燃料噴射制御方法。

### 3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、自動車エンジンの制御方法に係り、特に、その燃料噴射制御方法に関する。

〔従来の技術〕

従来のエンジンの電子式制御装置では、現時点の吸入空気量検出値から次行程の燃料供給量を決定し、燃料の制御を行っている。

上記従来技術では、過渡的に約一行程先の空気量検出誤差が生じるため燃料供給量を適正値に保

を判定する手段

- (2) 現時点までの計測データからデジタル進みフィルタによりその未来値を予測、出力する手段、

- (3) 前記加減速レベルに応じて前記予測手段による予測処理だけでは不足、あるいは、過剰となる計測量を算出、該算出値に前記予測手段の出力を加算し計測データの未来値を算出する補正手段、

を設ける。

又、第 2 の目的を達成するため、上記手段を吸入空気量等のエンジン運転状態の検出値の未来値予測に適用し、該予測値に基づいて燃料の制御を行うようにする。

〔作用〕

前記予測手段は、現時点までの計測データから進みフィルタによりその未来値を予測するもので計測値が滑らかに変化している場合は、精度の良い予測が可能である。

前記補正手段は、計測データが一定値に落ちつ

つことが難しく、空燃比を高精度に制御することが困難という問題があつた。又、空気量検出誤差を対症療法により補償しているため開発工数を要するという問題があつた。

上記問題を理論的に解消する従来法としては、特願昭 62-084737 号記載の方法があるが、計算負荷が大きく現状の 8 ビットマイコンへの搭載は困難という問題がある。

〔発明が解決しようとする課題〕

本発明の第 1 の目的は、現在までの計測値の時系列データから、その未来値を予測する計測データの未来値予測方法を提供することにある。

本発明の第 2 の目的は、上記問題点を解消したエンジンの燃料噴射制御方法を提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

本発明は、第 1 の目的を達成するため、自動車エンジンの電子式制御装置において、

- (1) スロットル開度の所定時間内における変位から車両の加減速の大きさを表わす加減速レベル

いている状態から比較的速く変化し始めた場合に、前記進みフィルタによる予測処理だけでは不足、又は、過剰となる計測量を算出、算出値に予測手段による予測値を加算し、計測データの未来値を算出するもので、これにより過渡状態初期の予測精度が確保される。

又、上記予測方法をエンジンの吸入空気量の予測に適用すれば、一行程先の吸入空気量が精度良く予測でき、予測値に基づいて燃料供給量を制御することにより空燃比の高精度な制御が可能となる。

〔実施例〕

以下、本発明の実施例を第 1 図から第 6 図により説明する。

第 1 図は、本発明の計測データの未来値を予測する手段の構成を示す図であり、加減速レベル判定手段 12、予測手段 11、補正手段 13 より成っている。以下、各手段の動作を説明する。

予測手段 11 は、現時点までの計測データからデジタル進みフィルタにより、その所望時刻先

の未来値を予測するものである。

進みフィルタによる予測法としては、マイコンでの処理を考えると簡易なものが望ましく、その一例として次のものがある。

(i) 計測データの単位時間当りの増分 (計測データの時間による1段階微分値) が、所定時間範囲内で保存されるとして現時点までの計測値から、その未来値を予測する。

(ii) 前記増分の単位時間当りの増分 (計測データの時間による2段階微分値) が、所定時間範囲内で保存されるとして現時点までの計測値から、その未来値を予測する。

計測値の時系列データを  $S(i)$  ( $i = 1, 2, \dots, k$ ) データのサンプリング周期を  $\Delta t$ 、時刻  $k$  における時間  $T$  だけ先の予測値を  $\hat{S}(k)$  とすると (i) (ii) により予測式は次のようになる。

$$\hat{S}(k) = S(k) + \frac{T}{j \cdot \Delta t} (S(k) - S(k-j)) \quad \dots (1)$$

$$(j = 1, 2, 3 \dots)$$

$$\hat{S}(k) = 3 \cdot S(k) - 3 \cdot S(k-1) + S(k-2) \quad \dots (2)$$

時間範囲は計測データの  $n$  階微分値が保存され、かつ、別のある時間範囲は計測データの  $n$  階微分値 ( $m \neq n$ ) が存在されるというように、未来までの時間を数分割し、それぞれの分割時間領域で計測データの  $n$  階微分値が保存されるとして計測データの未来値を予測するという方法をとることもできる。

例えば、現時刻  $k$  において、時刻  $k+1$  までの時間領域で計測データの2階微分値が保存され、かつ時刻  $k$  から先の時間領域で計測データの1階微分値が保存されとした時の時間  $T$  だけ先の計測値の予測式は次のようになる。

$$\hat{S}(k) = (2 \cdot S(k) - 3 \cdot S(k-1) + S(k-2)) \cdot \frac{T}{\Delta t} + S(k) \quad \dots (4)$$

$S(k)$ : 計測データ

$\hat{S}(k)$ : 予測方法

$\Delta t$ : 計測データのサンプリング周期

又、上記の未来値予測方法の少なくとも2つ以上の方法による予測値の加算平均から計測データ

$$\left( l \text{ は } \frac{T}{\Delta t} \text{ の整数部} \right)$$

$$\begin{aligned} \hat{S}(k) = & \left\{ \frac{T^2}{m(m+n)\Delta t^2} + \frac{(2m+n) \cdot T}{m(m+n)\Delta t} + 1 \right\} \cdot S(k) \\ & - \left\{ \frac{T^2}{m \cdot n \cdot \Delta t^2} + \frac{(m+n) \cdot T}{m \cdot n \cdot \Delta t} \right\} S(k-m) \\ & + \left\{ \frac{T^2}{n(m+n) \cdot \Delta t^2} + \frac{m \cdot T}{n(m+n)\Delta t} \right\} \cdot S(k-m-n) \end{aligned} \quad \dots (3)$$

$$(m=1, 2, 3 \dots, n=1, 2, 3 \dots)$$

以上、予測手段では、(1), (2), (3) 式を利用して現時点までの計測値から、その未来値を予測し、その値を出力する。

なお、以上述べた方法では、計測データの1階あるいは2階微分値が保存されるとして、その未来値を予測したが、計測データの  $n$  階微分値 ( $n$  は3以上の整数) が保存されるとして未来値を予測することも可能である。

又、計測データの未来値を予測するのに、ある

の未来値を算出することもできる。すなわち各方法による予測値を  $\hat{S}_i(k)$  ( $i = 1, 2, 3 \dots, n$ ) とする時、次式により計測データの未来値  $\hat{S}(k)$  を算出することもできる。

$$\hat{S}(k) = \frac{\sum_{i=1}^n C_i \hat{S}_i(k)}{\sum_{i=1}^n C_i} \quad \dots (5)$$

但し、 $n$ : 2以上整数

$C_i$ : 正の数

又、上記予測処理は、計測データに含まれるノイズ (高周波成分) を増幅するので予測の即応性が要求されない場合は必要時以外予測処理を行わない方がよい。そこで、予測の即応性が要求されない場合、予測手段は、計測データが変化している過渡状態においてのみ予測処理を行い、データが一定値に落ちついている定常状態では、予測処理を行わず計測データをそのまま出力する。

なお、予測の即応性が要求される場合や計測データが変化している過渡状態において予測処理に

よるノイズの増幅を避けたい場合は、予測値に例えば次式の伝達関数で表わされる1次、あるいは、2次のローパスフィルタをかけるようにする。

$$\frac{\omega_n^2}{S^2 + 2\delta\omega_n S + \omega_n^2} \quad \dots (6)$$

あるいは

$$\frac{1}{1 + ST} \quad \dots (7)$$

そして、フィルタ出力を計測データの未来値として予測手段の出力とする。なお、(5)、(6)式中の定数 $\omega_n$ 、 $T$ は、計測データのサンプリング周期を $\Delta t$ (sec)とする時、大体、次式の範囲の周波数成分を除去できるよう設定する。

$$\frac{1}{20 \cdot \Delta t} \leq f(\text{Hz}) \leq \frac{1}{2 \cdot \Delta t} \quad \dots (8)$$

(5)、(6)式のフィルタは、エンジンの電子式制御装置では、それぞれ次に示す離散式のかたちで利用される。

$$\begin{aligned} -m_1 \leq \Delta \theta_{in} < m_2 & \text{ なら 加速レベル1} \\ -m_2 \leq \Delta \theta_{in} < m_3 & \text{ 加速レベル2} \\ \vdots & \vdots \\ -m_1 \leq \Delta \theta_{in} < m_{i+1} & \text{ 加速レベル} i \\ -m_2 < \Delta \theta_{in} \leq -m_1 & \text{ 減速レベル1} \\ -m_3 < \Delta \theta_{in} \leq -m_2 & \text{ 減速レベル2} \\ \vdots & \vdots \\ -m_{i+1} < \Delta \theta_{in} \leq -m_i & \text{ 減速レベル} i \\ (0 < m_1 < m_2 < \dots < m_i < \dots) & \end{aligned}$$

なお、 $|\Delta \theta_{in}| < m_1$ の状態にある時は、加減速状態にない(加減速レベル0)と見なす。

加減速レベル判定手段12では、上式に従い加減速レベルを判定し、その結果を補正手段13に送る。

次に補正手段13の動作を説明する。第2図は、補正手段13の構成を示す図である。補正手段13では、加減速レベルと加減速を開始してから経過時間を2軸にもつ2次元マップを有し、まず、判定された加減速レベルと経過時間から上記マップを検索し、その検索値に計測データを進めようとする時間 $T$ を乗じ、前記予測処理では、不足、過剰となる計測量を算出する。次に、算出計

$$y(k+1) = \left\{ \left( \frac{2}{\Delta t^2} - \omega_n^2 \right) y(k) + \left( \frac{S\omega_n}{2 \cdot \Delta t} - \frac{1}{\Delta t^2} \right) y(k-1) + \omega_n^2 \cdot u(k) \right\} \cdot \left( \frac{1}{\Delta t^2} + \frac{S\omega_n}{2 \cdot \Delta t} \right) \quad \dots (9)$$

$$y(k+1) = \left( 1 - \frac{\Delta t}{T} \right) y(k-1) + \frac{2 \cdot \Delta t}{T} \cdot u(k) \quad \dots (10)$$

ここに、 $u(k)$ ：フィルタへの入力

$y(k)$ ：フィルタの出力

$\Delta t$ ：データのサンプリング周期

ここで、(5)、(6)式の導出には中心差分を用いている。

次に、加減速レベル判定手段の動作を説明する。加減速レベル判定手段は、スロットル開度の所定時間内における変位 $\Delta \theta_{in}$ から車両の加減速の大きさを表わす加減速レベルを判定する。

加減速レベルは、例えば次のように設定する。

計測に予測手段11の出力を加算し、計測データの所望時刻先の真の未来値を出力する。

第3図は、スロットルをステップ状に変化させた時の空気量計測値の応答、その応答を所望時刻 $t_0$ だけ進めた応答、計測値の応答を前記予測処理により時間 $t_0$ だけ進めた応答を示すものである。

この図からもわかるように、計測値が一定の状態から比較的速く応答し始めた時、応答開始後の数時間は、前記予測処理により所望時間 $t_0$ だけ先の応答が正確に予測し得ないことがわかる。補正手段13は、この不都合を補うためのもので、予め加減速レベルに応じて予測処理だけでは不足、過剰となる計測量に相当する量をマップに記憶しておき、これにより予測処理を施した計測値を補正することで加減速初期における予測精度を確保するものである。

第2図のマップのデータは次のようにして算出する。スロットルを一定に保ちエンジンを定常運転した状態からスロットルを加速レベル $i$ で変化

させ、その時の予測対象となるエンジン状態量を計測する。この計測値の応答を  $S_1(t)$  とすると、応答を時間  $t_0$  だけ進めた応答は  $S_1(t+t_0)$  となる。又、応答  $S_1(t)$  を前記予測処理により進めた場合の応答を  $S_2(t)$  とする。この時、前記マップの加速レベル  $i$  のデータ  $D(t)$  を次式で算出する。

$$D(t) = \frac{S_1(t+t_0) - S_2(t)}{t_0} \quad (t \geq 0) \quad \dots (11)$$

$t$ : 時間

$P(t)$  は、単位時間先の計測値を予測する場合、前記予測処理だけでは不足、又は、過剰となる計測量に相当する。各時刻におけるこの不良、過剰量が計測データを進めようとする時間とほぼ比例関係にあると見なすと、時間  $T$  だけ先の計測値を予測する場合、予測処理だけでは不足、過剰となる計測量は  $T \cdot P(t)$  となる。すなわち、前記 2 次元マップの検索値に時間  $T$  を乗じたものになる。よつて、この量に、前記予測手段 11 の出力を加算すれば、計測データの応答が比較的速い場合で

生じ、これにより空燃比の高精度な制御が困難となっている。

この問題を解決するためには、本来空気量を検出すべき時期、すなわち、次工程の正確な気筒流入空気量が検出される時期と燃料供給量を決定するための空気量を検出する時期の時間差だけ、上記燃料供給量の決定に使用する空気量の検出値を進めてやれば良い。

燃料供給量の決定に使用する空気量を検出する時期と燃料噴射時期がほぼ等しいので、第 4 図に示すように、燃料噴射時期を上死点の  $\theta_1$  クランク角度前、吸気行程を上死点の  $\theta_2$  クランク角度前から  $\theta_3$  クランク角度後までとすると上記時間差は、クランク角度相当で、ほぼ次式の範囲にあると考えることができる。

$$\theta_1 - \theta_3 \leq \theta_4 \leq \theta_1 + \theta_3 \quad \dots (12)$$

エンジン回転数と  $N$  (rpm) とすると、上記時間差  $T_4$  (sec) は、次式の範囲となる。

$$\frac{\theta_1 - \theta_3}{6N} \leq T_4 \leq \frac{\theta_1 + \theta_3}{6N} \quad \dots (13)$$

も計測データの未来値が精度良く予測されることになる。なお、上記方法では進みフィルタによる予測処理だけでは不足、過剰となる計測量を加減速レベルのみに対応させて記憶させたが、実際には、エンジン回転数、加減速初期開度等の影響をうける。よつて、上記マップの変数として回転数、加減速初期開度等を導入し、補正精度の向上を図ることもできる。

以上が計測データの未来値予測方法の説明である。

次に、上記計測データの未来値予測方法をエンジンの吸入空気量の予測に適用し、燃料の制御を行う場合の制御系の構成、動作について説明する。

ここでは、気筒流入空気量を間接的に検出し、検出値に基づいて燃料の制御を行うスピードデンスティ方式、スロットルスピード方式のエンジンを対象とする。

前述したように、現状システムでは現時点の空気量の検出値から次工程の燃料供給量を決定しているため過渡的に約一行程分の空気量検出遅れが

従つて、前記した予測方法で、(13)式で与えられる時間だけ先の空気量を予測し、その予測値に基づいて燃料の制御を行えば、過渡時の空気量の検出の遅れが理論的に補償され、高精度な空燃比制御が行えることになる。

次に、第 5 図、第 6 図により上記燃料の制御をデジタル式制御ユニットで行う場合の制御系の全体構成及び制御プログラムの動作について説明する。

第 5 図は、スピードデンスティ方式 (D ジェトロニックシステム) を例にとつた場合の燃料噴射制御装置の全体構成を示す図である。制御ユニット 50 は、CPU 51、ROM 52、RAM 53、I/O LSI 54、タイマ 55、及び、それらを電気的に接続するバス 56 を備えている。I/O LSI 54 には、スロットル角センサ 57、内圧センサ 58、水量センサ 59、クランク角センサ 511、酸素センサ 512 からの信号が入力される。又、I/O LSI 54 からはインジェクタ 513 への信号が出力される。なお、この I/O

LSI54は、A/D変換器、D/A変換器を備えている。タイマ55は、CPU51に対して一定時間ごとに割込要求を発生し、この要求に応じてCPU51はROM52内に格納された制御プログラムを実行する。

次に、第6図により空気量検出値の未来値を予測し、その予測値に基づいて燃料供給量を決定する制御プログラムの動作を説明する。

10 msecごとの割込要求が入った時、まずステップ501で圧力センサ出力をA/D変換し吸気管内圧を求める。次に、ステップ502で、クランク角センサ511からの信号によりエンジン回転数を求める。

次にステップ503で、上記吸気管内圧とエンジン回転数をパラメータとしてRAM53に記憶されたデータテーブルを検索し、エンジン吸入空気量を求め、これをRAM53の所定番地に記憶する。

次に、ステップ504では前述した方法で車両が加減速状態にあるかどうかを判定する。加減速

状態であればステップ505に進み、そうでなければステップ509に進む。

次にステップ505では、ステップ503で求めた吸入空気量及び、過去の割込時に求めRAM53に記憶している吸入空気量の時系列データから前述した進みフィルタによる予測処理、すなわち、(1)、(2)、(3)、(4)、(5)式等を利用して、(13)式の時間だけ先の吸入空気量の未来値を予測する。なお、(1)~(5)式中の $\Delta t$ は割込周期(10 msec)とする。

次にステップ506では、スロットル開度の変位から前述した方法により加減速レベルを判定する。

次にステップ507では、加減速レベルと加減速を開始してからの経過時間からRAM53に記憶されているデータテーブルを検索し、その検索値に、(13)式で与えられる吸入空気量を進めようとする時間を乗じ、進みフィルタによる予測処理だけでは不足、過剰となる空気量 $\Delta Q_a$ を算出する。

次に、ステップ508では、進みフィルタによる予測処理を施した空気量 $Q_a^{\wedge}$ に、予測処理だけでは不足過剰となる空気量 $\Delta Q_a$ を加算し、吸入空気量の(13)式で与えられる時間だけ先の真の未来値 $Q_a^{\wedge}$ を算出する。すなわち、次式により未来値 $Q_a^{\wedge}$ を算出する。

$$Q_a^{\wedge} = Q_a^{\wedge} + \Delta Q_a \quad \dots (14)$$

最後に、ステップ509では、ステップ504の処理に続く場合、ステップ503で算出した空気量 $Q_a$ に基づいて(15)式により燃料噴射量に相当する燃料噴射パルス幅 $T_i$ を算出し、ステップ508の処理に続く場合は、ステップ508で求めた空気量の未来値 $Q_a^{\wedge}$ から(16)式により燃料噴射パルス幅 $T_i$ を算出する。

$$T_i = k \cdot \frac{Q_a}{N} + T_s \quad \dots (15)$$

$$T_i = k \cdot \frac{Q_a^{\wedge}}{N} + T_s \quad \dots (16)$$

ここに、 $k$  : 各種補正係数

$N$  : 回転数

$T_s$  : 無効噴射時間

以上で処理を終了し、次の割込要求があるまで待機する。

以上述べたプログラムでは、吸入空気量に予測処理を施してその未来値を求める方法をとつたが吸気管内圧と回転数の時系列データを記憶しておき、その時系列データから内圧と回転数の未来値を求め、その未来値によりデータテーブル検索して吸入空気量を算出するようにして、空気量の未来値を求めることもできる。なお、予測には、前述した予測手段、あるいは、第1図の構成の予測方法を用いる。

又、以上スピードデレシテイ方式のエンジンへの適用例を述べたが、スロットルスピード方式、直接電流量を検出するマスフロー方式(ルジェトロニックスシステム)の空気量予測にも適用可能である。なお、主にスロットル開度と回転数の検出値から吸入空気量を推定するスロットルスピード方式では、空気量推定値の時系列データからその

未来値を予測するのではなく、スロットル開度と回転数の未来値を予測し、その予測値に基づいて吸入空気量を推定することで、空気量の未来値を予測することも可能である。ここで、予測には、前述した予測手段、あるいは、第1図の構成の予測方法を用いる。

以上、空気量の予測値に基づく同期噴射のみによる燃料の制御の方法を述べたが、非同期噴射を用いて燃料の制御を行うこともできる。

(14)式を(16)式に代入すると次式が得られる。

$$T_i = k \cdot \frac{\Delta Q_a'}{N} + k \cdot \frac{\Delta Q_a}{N} + T_s \quad \dots (17)$$

上式は、左辺の最初の項を用いて同期噴射のパルス幅を計算し、左辺の第2項を用いて非同期噴射のパルス幅を計算できることを意味するものである。

すなわち、進みフィルタによる予測処理を施した空気量から同期噴射のパルス幅 $T_i$ を次式で計算し、非同期噴射のパルス幅 $T_i'$ を、加減速レ

$$T_i = k \cdot \frac{\Delta Q_a'}{N} + T_s \quad \dots (18)$$

ベルに応じて算出した、空気量の予測不足分 $\Delta Q_a$ から次式で算出し燃料の制御を行うこともできる。

$$T_i' = k \cdot \frac{\Delta Q_a}{N} + T_s \quad \dots (19)$$

又、以上空気量の検出遅れを補償するための空気量の未来値を予測する方法をとつたが、本来制御装置で10 msecごとに計算されている基本噴射パルス幅 $T_p$ に前述した予測方法を適用することで空気量の検出遅れを補償することもできる。

これは、前述した予測手段、あるいは、第1図の構成の予測方法で(13)式で与えられる時間だけ先の基本噴射パルス幅を、過去のデータから予測し、該予測値 $T_p'$ に基づいて次式により燃料噴射パルス幅 $T_i$ を計算するものである。

$$T_i = k \cdot T_p' + T_s \quad \dots (20)$$

このように、空気量の検出遅れを補償するため

空気量の未来値を予測するのではなく、次行程での正確な吸入空気量が検出される時期における基本噴射パルス幅を予測することで空燃比制御の高精度化を図ることも可能である。

〔発明の効果〕

以上、本発明によれば、一行程先の吸入空気量が精度良く計測できるので、常に燃料供給量を適正值に保持でき空燃比を高精度に制御することが可能となる。これにより、排ガス浄化性能、燃費動力性能を向上させることができる。

又、従来、前述した過渡時における空気量の検出誤差を対症療法により補償していたものを、理論的な方法を補償しているので燃料制御システムの開発工数が低減できるという効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の計測データの未来値予測手段の構成を示す図、第2図は第1図の補正手段の構成を示す図、第3図は加速時の空気量の各種応答を示す図、第4図は燃料噴射及び吸気行程の時期を示す図、第5図は本発明の燃料噴射制御装置の

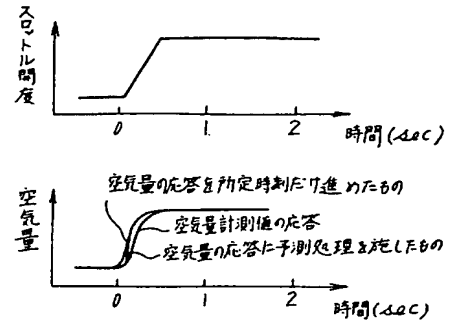
全体構成を示す図、第6図は吸入空気量を予測し該予測値に基づいて燃料供給量を決定する制御プログラムのフローチャートを示す図である。

1 1 … 予測手段、1 2 … 加減速レベル判定手段、1 3 … 補正手段。

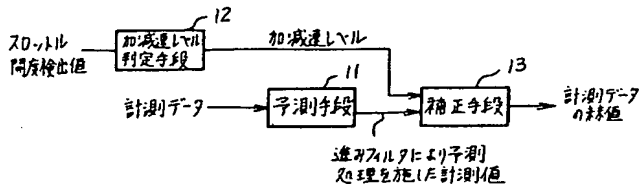
代理人 井理士 小川勝男



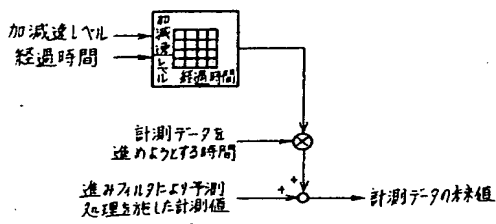
第 3 図



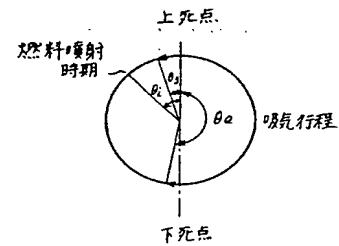
第 1 図



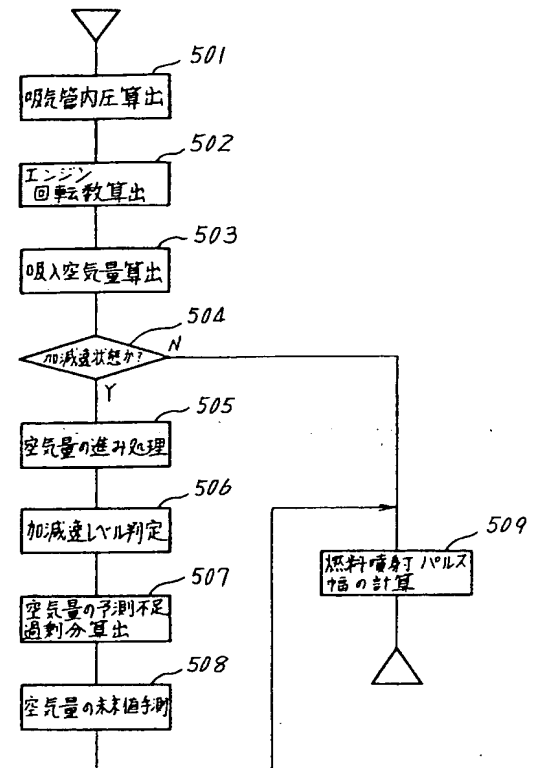
第 2 図



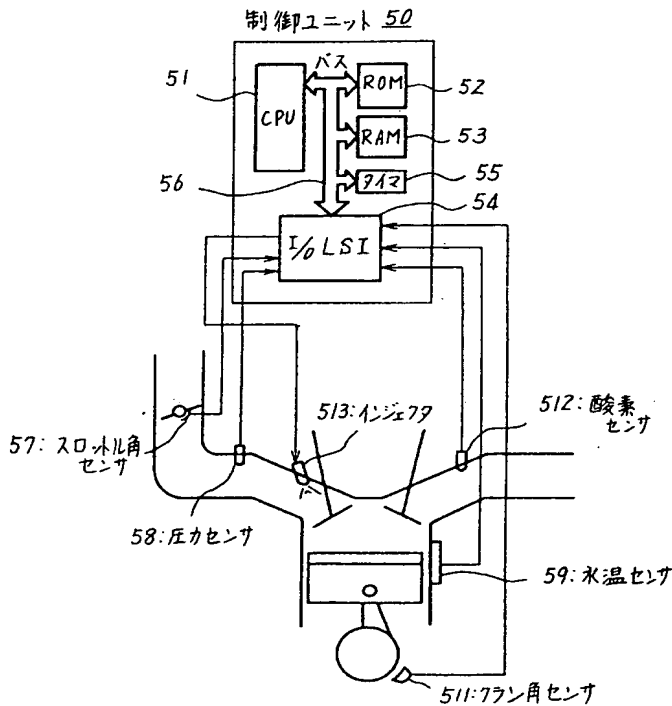
第 4 図



第 6 図



第 5 図



第1頁の続き

⑤Int. Cl.<sup>5</sup>

F 02 D 41/12  
41/34

識別記号

3 3 0 Z  
Q  
W

庁内整理番号

8612-3 G  
7825-3 G  
7825-3 G